

Pavle Jakovac*
Nela Vlahinić Lenz**

UDK 330.111.4:620.9
JEL Classification B13, E23
Pregledni članak

ULOGA ENERGIJE S ASPEKTA EKONOMSKE TEORIJE¹

Tijekom povijesti razvoja ekonomske misli uglavnom nije dana izravna i izričita važnost ulozi energije kao jednome od ključnih činitelja ekonomskog rasta. Energija ostaje prisutna i priznata u ekonomskoj teoriji i praksi isključivo kao intermedijarno dobro. Iako je energija u klasičnoj ekonomskoj misli ipak implicitno uključena u ekonomsku aktivnost preko zemlje kao ključnog faktora proizvodnje, neoklasična ekonomija izdvaja prirodu (zemlju) i njezine izvore energije. Odnosno, klasificira zemlju kao dio kapitala s obzirom da postaje produktivna tek djelovanjem rada i kapitala. Istraživački su interesi stoga (bili) usmjereni prema primarnim inputima kao što su kapital i rad dok je intermedijarnim inputima (energiji) data indirektna važnost. Energija omogućava kontinuitet i dugoročnost cjelokupne ekonomske aktivnosti ne samo kao nadopuna standardnih (neoklasičnih) proizvodnih inputa, već bez nje proizvodnja uopće ne bi bila moguća. Prema tzv. ekološkoj ekonomiji upravo je energija najvažniji primarni proizvodni faktor. Iz navedenih ekonomskih stavova o energiji proizlazi i cilj ovog rada, a to je determiniranje uloge energije s aspekta ekonomske teorije. Pri tome je poseban naglasak stavljen na kritiku neoklasične teorije rasta sa stajališta različitih ekonomskih pravaca. Rezultati provedene teorijske analize pokazuju da standardni (neoklasični) faktori proizvodnje i rasta nisu ništa drugo doli transformatori

* Dr. sc. Pavle Jakovac, poslijedoktorand, Ekonomski fakultet Rijeka (E-mail: pjakovac@efri.hr)

** Dr. sc. Nela Vlahinić Lenz, redovita profesorica, Ekonomski fakultet Rijeka (E-mail: nela@efri.hr)

Rad je primljen u uredništvo 6. 7. 2015., a prihvaćen je za objavu 17. 11. 2015.

¹ Ovaj rad je sufinancirala Hrvatska zaklada za znanost projektom IP-2013-11-2203 te Sveučilište u Rijeci potporom istraživanjima br. 13.02.1.3.05.

energije te da neoklasična ekonomija nije mogla izbjeći kritike i suprotstavljena mišljenja raznih ekonomskih škola.

Ključne riječi: ekonomska teorija, uloga energije, kritika neoklasične teorije rasta

1. Uvod

Od vremena Adama Smitha i klasične ekonomske misli, zemlja, rad i kapital smatrani su glavnim faktorima proizvodnje i posljedično tome glavnim izvorima ekonomskog rasta. S vremenom, ovim faktorima dodana je organizacija kao četvrti čimbenik te u novije vrijeme znanje odnosno intelektualni kapital. Tijekom povijesti razvoja ekonomske misli i cjelokupne ekonomske teorije uglavnom nije dana izravna i izričita važnost ulozi energije kao jednome od ključnih činitelja ekonomskog rasta. Energija ostaje prisutna i priznata u ekonomskoj teoriji i praksi kao intermedijarno dobro dok se, prema i dalje aktualnim modelima neoklasične ekonomije, ekonomski rast pripisuje tehnološkom progresu i znanju utjelovljenom u tom napretku. Ekonomska teorija smatrala je da je količina energije koja stoji na raspolaganju određenoj ekonomiji endogeno određena, naravno pod utjecajem biofizičkih i ekonomskih ograničenja (Stern i Cleveland, 2004., str. 5).

No, neka pokretačka snaga mora omogućiti da čimbenici rasta poput zemlje, rada, kapitala, organizacije, tehnologije i znanja u svakom ekonomskom sektoru i pri svakom procesu ekonomske aktivnosti rezultiraju rastom domaćeg proizvoda. To nešto je upravo energija. Naime, proces proizvodnje (i ekonomski rast kao konačna rezultanta) podrazumijeva transformaciju materije iz jednog oblika u drugi (odnosno pretvaranje inputa tj. sirovina u konačni proizvod) i ta transformacija zahtijeva energiju (Cleveland et al., 1996.). Drugim riječima, energija omogućava kontinuitet i dugoročnost cjelokupne ekonomske aktivnosti ne samo kao nadopuna standardnih (neoklasičnih) proizvodnih inputa, već bez nje proizvodnja uopće ne bi bila moguća.

Prema Alam (2006.), svako gospodarstvo čine tokovi energije koji su usmjereni prema proizvodnji roba i usluga. Usredotočenost na energiju stvara mnoštvo novih pretpostavki. Naime, stavljanje energije u žarište ekonomske aktivnosti identificira upravo energiju, točnije korištenje energije kao važan izvor ekonomskog rasta i neizostavnu pokretačku snagu svih ekonomskih aktivnosti (Stern i Cleveland, 2004.). Odnosno, ekonomiju valja promatrati kao energetske sustav koji se sastoji od energetskih tokova i konverzija koji kulminiraju upravo u proizvodnji roba i usluga, a energiju kao ključni izvor ekonomskog rasta, industrijalizacije i urbanizacije (Imran i Siddiqui, 2010., str. 206). Prema ekološkoj ekonomiji (engl.

ecological economics), upravo je energija najvažniji primarni proizvodni faktor (Georgescu-Roegen, 1971.; 1975.).

Stoga je cilj ovog rada determinirati ulogu energije s aspekta ekonomske teorije. U narednim poglavljima analizirat će se uloga energije u klasičnoj ekonomskoj misli te odnos neoklasične i endogene teorije rasta prema energiji. Poseban naglasak stavljen je na kritiku neoklasične teorije rasta sa stajališta različitih ekonomskih pravaca (institucionalna ekonomija, razvojne teorije, ekološka i evolucijska ekonomija) upravo zbog ranije spomenutog klasificiranja energije kao intermedijarnog inputa. Kritičari, a posebice pripadnici ekološke ekonomije, smatraju da teorije rasta moraju eksplicitnije uzeti u obzir fizičku dimenziju proizvodnje tj. posvetiti veću pažnju ulozi energije u proizvodnji i ekonomskom rastu.

2. Uloga energije u klasičnoj ekonomskoj misli

Iako su predstavnici klasične ekonomske teorije naglašavali ključnu ulogu zemlje u ekonomskom rastu, ipak nisu direktno prepoznali energiju kao faktor proizvodnje. Naime, kada klasičari koriste termine kao što su "plodnost prirode" (Adam Smith), "produktivnost i neuništiva snaga tla" (David Ricardo), "prirodna i nerazdvojna (inherentna) snaga tla" (John McCulloch) ili kada pak za zemlju koriste pojam "čudesna kemijska radionica pomiješanih materijala i elemenata" (Jean-Baptiste Say) indirektno ipak naglašavaju činjenicu da energija pridonosi gospodarstvu odnosno ekonomskoj aktivnosti. Na sličan način, John Stuart Mill tvrdi da materija sadrži "aktivnu energiju kojom surađuje sa radom ili se čak koristi kao zamjena za rad" (Alam, 2008., str. 5). Također, Frédéric Bastiat (1850., 9.16) identificiranjem različitih oblika energije koji doprinose poljoprivrednoj proizvodnji (kao npr. svjetlo, toplina, vjetar, gravitacija) skupa s ostalim spomenutim klasičarima implicitno uključuje energiju u ekonomsku aktivnost. To isto uključivanje energije u ekonomski sustav ostvareno je prepoznavanjem zemlje² kao faktora proizvodnje.

Klasična ekonomska teorija podijelila je ekonomiju na dva sektora i pri tom definirala poljoprivredu kao sektor koji uz rad i kapital koristi zemlju kao treći faktor proizvodnje. Prema Kljaiću (2010., str. 579), čak je i fiziokratska škola, koja je nastala kao oštra reakcija na merkantilizam, polazila od toga da je zemlja jedini izvor svih bogatstava. Poljoprivreda je, pak, smatrana jedinom najplemenitijom, najprirodnijom i najkorisnijom ekonomskom aktivnošću koja proizvodi čisti pro-

² Iako prema Bastiat (1850., 9.55) "zemlja nije jedini produktivni prirodni resurs ali je jedini ili gotovo jedini kojeg je čovjek uspio prisvojiti. Vodene snage mora i rijeka također imaju produktivnu snagu. Ne treba zanemariti vjetar pa čak niti sunčeve zrake ali na sreću još nitko nije bio u stanju reći: vjetar i sunce pripadaju meni skupa sa naknadom za usluge koje pružaju."

izvod (fran. *produit net*) tj. višak vrijednosti koji prelazi vrijednost cjelokupnog truda i troška uloženog u obradu zemlje (Lunaček, 1996., str. 243). Također, John Locke tvrdi da zemlja tj. priroda ima "dovoljno za svakoga pa čak i previše; više no što onaj tko je nezbrinut može potrošiti" ali i da "onaj tko prisvoji zemlju svojim radom ne umanjuje nego povećava zajedničku imovinu čovječanstva jer zalihe koje služe čovjeku kao sredstvo za život proizvedene na jednom jutru obrađene i kultivirane zemlje jesu deset puta veće od onih koje daje jedno jutro jednako bogate zemlje koja stoji neobrađena" (Rifkin, 2002., str. 36-37).³

Spomenuto apostrofiranje poljoprivrede i zemlje kao faktora proizvodnje bilo je moguće u vrijeme kada je zemlja bila svima dostupna besplatno i kada se stanovništvo jednostavno širilo na sve veće površine zemlje. Nadnice su bile jednake ukupnom nacionalnom dohotku jer nije postojao odbitak za rentu ili kamata na kapital. U takvim okolnostima, proizvodnja je neprekidno rasla usporedo s porastom stanovništva, dok su realne nadnice tijekom vremena bile konstantne. No, to zlatno doba nije moglo vječno trajati. Naime, kada stanovništvo neprekidno raste, zemlja će biti sva zaposjednuta. Jednom kada iščezne granica besplatne zemlje, uravnoteženi rast zemlje, rada i proizvodnje više nije moguć. Novi se radnici počinju nagomilavati na već obrađivano zemljište, zemlja kao faktor rasta postaje oskudna i javljaju se rente ne bi li racionalizirale zemlju za različite upotrebe. Stanovništvo i dalje raste kao i društveni proizvod ali u tom slučaju proizvodnja mora rasti sporije od stanovništva (Samuelson i Nordhaus, 2000., str. 534).

Vezano za rentu Ricardo (1983., str. 104) tvrdi: "kad bi svako zemljište imalo ista svojstva i kad bi zemljišta bila neograničena po količini i istovrsna po kakvoći, ne bi se mogla tražiti naplata za njihovo iskorištavanje osim u slučaju kada bi imala posebne prednosti po položaju. Renta se, dakle, plaća za iskorištavanje zemljišta samo zbog toga što zemljište nije neograničeno po količini ni istovrsno po kakvoći i zbog toga što se porastom stanovništva obrađuju zemljišta lošije kakvoće i nepovoljnijeg položaja. Kad se zbog napretka društva počne obrađivati drugorazredno zemljište odmah se pojavljuje renta na prvorazrednom zemljištu, a iznos te rente zavisit će od razlike u kakvoći između tih dvaju zemljišta." Visina zemljišne rente stoga varira prema intenzitetu obrade, prema položaju zemljišta spram tržišta i prema bonitetu zemljišta (Lunaček, 1996., str. 290).

Dakle, klasična ekonomska teorija pretpostavljala je da je zemlja dostupna u nepromjenjivim količinama i ponekad promjenjive kvalitete. U prošlosti u tzv. organskim ekonomijama⁴ (engl. *organic economies*) nužan uvjet stalnog i održi-

³ John Locke također je smatrao da priroda predstavlja pustoš dok se na nju ne djeluje ljudskim radom i time transformira u nešto što ima vrijednost i što se može razmjenjivati i trošiti u društvu (Rifkin, 2002., str. 152).

⁴ Izraz "organska ekonomija" koristi se kao zajednički naziv za opis gospodarstava, mahom poljoprivrednih, prije prve industrijske revolucije odnosno prije prijelaza u fazu korištenja fosilnih

vog rasta bili su obilni prinosi zemlje tj. zemljišta. U takvim ekonomijama gotovo sve sirovine korištene u procesu proizvodnje bile su ili životinjskog ili biljnog podrijetla. Ukoliko se radilo o sirovinama mineralnog podrijetla tada ih je bilo potrebno upotrebom toplinske energije (npr. taljenje rude korištenjem drva i/ili drvenog ugljena) pretvoriti u čovjeku-radniku koristan oblik (Wrigley, 2006., str. 435). Svaki porast poljoprivredne proizvodnje podrazumijevao je veći output ali zbog količinske ograničenosti zemljišta intenzivnija upotreba postojećeg zemljišta odnosno upotreba zemljišta slabije kvalitete bila je nužnost (Wrigley, 2010.).

Činjenica o fiksnoj ponudi zemlje stvara tendenciju opadajućih prinosa na rad i kapital korišten u poljoprivrednoj proizvodnji. Prema Ricardu (1983.), riječ je o opadajućim prinosima na tzv. intenzivnoj granici (više inputa primijenjeno na istu zemlju) odnosno na ekstenzivnoj granici (jednaki inputi primijenjeni na različite vrste zemlje). Rastući odnos rada i zemlje dovodi do opadanja graničnog proizvoda rada i stoga do opadanja realnih nadnica. Istovremeno veća oskudnost zemlje dovodi do njezine veće rente, a zemljoradnici ostvaruju zarade na štetu rada. Odnosno, klasični ekonomisti tvrde da Malthusov demografski mehanizam (i njegova zabrinutost zbog postojanja oskudice ili rijetkosti prirodnih resursa) u interakciji s opadajućim prinosima u poljoprivredi tijekom vremena vodi ekonomiju prema stacionarnom stanju obilježenom konstantnim razinama kapitala i stanovništva (Alam, 2005., str. 4). Time se dolazi do zaključka da prirodna bogatstva (u ovome slučaju zemlja) predstavljaju ograničenja za (organsku) ekonomiju i proizvodnju (Alam, 2006., str. 6).

Smith (1776., I.9.14) sažeo je problem na sljedeći način: "u ekonomiji koja je cjelokupno bogatstvo stekla zahvaljujući zemlji i klimatskim uvjetima te koja više nema potencijala napredovati niti nazadovati, nadnice i profit vjerojatno će biti niski." Ricardo (1983.) je rješavajući isti problem došao do sličnog zaključka o ograničenoj produktivnoj snazi zemlje. Prema Wrigley (2010.), povećana upotreba ugljena tj. fosilnih goriva i posljedično prva industrijska revolucija bili su jedina izlazna opcija od ograničenja svojstvenih svim tzv. organskim ekonomijama.

Iako je energija u klasičnoj ekonomskoj teoriji implicitno ili bolje rečeno prešutno uključena u ekonomsku aktivnost (preko zemlje kao ključnog faktora proizvodnje), neoklasična ekonomija izdvaja prirodu (zemlju) i njezine izvore energije.

goriva. Prema Fouquet (2009., str. 4), organska ekonomija može koristiti energiju samo u onom omjeru po kojem se izravna i neizravna energija sunca može pretvoriti u vrijedne usluge.

3. Odnos neoklasične ekonomije prema energiji

Neoklasična ekonomska teorija čak niti implicitno ne pozicionira energiju u svoj makroekonomski okvir dok model ekonomskog rasta za koji je Robert Solow dobio Nobelovu nagradu, ne uključuje prirodni kapital tj. energiju i energetske resurse. Neoklasična ekonomija izdvaja zemlju tj. zemljište kao faktor proizvodnje. Razlog izdvajanja nalazi se u klasificiranju zemljišta kao kapitalnog dobra zbog činjenice da zemljište postaje produktivno djelovanjem rada i kapitala (Alam, 2006.). Neoklasična ekonomska misao svrstava kapital (i zemljište kao dio kapitala) i rad u primarne faktore proizvodnje, dok su npr. goriva, materijali i sirovine smatrani intermedijarnim faktorima. Istraživački su interesi stoga usmjereni prema primarnim faktorima proizvodnje⁵ dok je intermedijarnim inputima (u ovom slučaju energiji) pridavana samo indirektna važnost.

Solowljev model ekonomskog rasta koji uključuje tehnološki napredak kao egzogeni faktor pokušao je objasniti ulogu tehnološke promjene kao izvora ekonomskog rasta. Budući da u tom modelu energija i energetske resursi nisu uključeni, pretpostavka neoklasične teorije rasta jest da se može učinkovito razdvojiti (engl. *decouple*) ekonomski rast od potražnje za energijskim resursima i uslugama okoliša (engl. *environmental services*). Argument u korist takve pretpostavke nalazi se u prethodno navedenoj tehnološkoj promjeni te supstituciji proizvodnih faktora. Naime, Solowljev model rasta pretpostavlja da su proizvodni faktori međusobno nezavisni. To znači da je promjena količine jednog faktora nezavisna od promjene količine drugih faktora čime su proizvodni faktori smatrani (gotovo) savršenim supstitutima. U tom slučaju, eksploatirani resursi ili pak degradirane usluge okoliša mogu se zamijeniti ekvivalentnim oblicima ostalih prirodnih resursa ili pak fizičkog kapitala kao što su primjerice radnici, strojevi, tvornice itd. Odnosno, ekvivalentni supstituti mogu poslužiti kao način postizanja stabilnog i održivog ekonomskog rasta u vremenima oskudice energetske resursa (Cleveland et al., 1996., str. 3). Prema Madlener i Alcott (2006., str. 7), potrošnja energije i ostalih energetske resursa te degradacija okoliša ne predstavljaju prepreku ekonomskom rastu jer je u neoklasičnoj teoriji ekonomskog rasta energetska učinkovitost smatrana dijelom tehnološkog napretka.

Solowljev model ekonomskog rasta svojevremeno je bio proširen i kao takav uključivao je inpute prirodnog kapitala tj. neobnovljive i obnovljive izvore energije. Zbog *a priori* pretpostavke da je tehnički moguće supstituirati prirodni kapital

⁵ Primarni faktori proizvodnje su oni inputi koji postoje na početku promatranog perioda i ne troše se neposredno u proizvodnji, iako može biti smanjena njihova vrijednost i pridodana vrijednosti proizvodnje, dok su intermedijarni proizvodni faktori oni koji se u potpunosti iskoriste u proizvodnji (Vlahinić-Dizdarević i Žiković, 2011., str. 6).

fizičkim, postizanje održivog ekonomskog rasta u proširenom modelu temelji se na odgovarajućem institucionalnom okruženju koje omogućava spomenutu supstituciju. Standardna makroekonomska aplikacija proširenog neoklasičnog modela ekonomskog rasta izostala je, sâm doprinos energije promatran je kroz relativni udio troškova energije u proizvodnji, a prošireni model rasta primjenjivan je jedino u raspravama glede zaštite i održivosti okoliša (Stern i Cleveland, 2004.; Ockwell, 2008.).

Neoklasična ekonomija smatra da u industrijskim društvima odnosno ekonomijama koje su iz predindustrijske prešle u industrijsku fazu neće doći do nestajanja prirodnog kapitala tj. energetske resursa iz dva razloga: 1) rast cijena resursa utjecat će na njihovu učinkovitiju potrošnju; 2) rast cijena resursa potaknut će inovacije koje će rezultirati adekvatnom supstitucijom prirodnog kapitala. No, to je pogrešna interpretacija. Naime, učinkovito trošenje energetske resursa kao posljedica razvoja i primjene energetske učinkovitih tehnologija u konačnici dovodi do veće potrošnje obnovljivih i prekomjerne potrošnje obnovljivih izvora energije. Riječ je o tzv. odskočnom efektu (engl. *rebound effect*)⁶ koji je u literaturi poznat i pod nazivom Jevonsov paradoks⁷ (ili Jevonsov efekt). Supstitucija pak zahtijeva vremena, a prema Stern (2010., str. 43) elastičnost supstitucije između energije tj. prirodnog i fizičkog kapitala ionako je niska. Budući da industrijska društva u cijelosti ovise o kontinuiranom radu vlastite infrastrukture, potencijalni prekid proizvodnje kao rezultat neuspjelog i/ili nepravovremenog pronalaska odgovarajućeg supstituta za fosilna goriva povećava rizik kolapsa cijelog sustava.

Pogreška neoklasične ekonomske teorije nalazi se u premisi da će tržište odrediti dinamiku prijelaza sa fosilnih goriva na adekvatne supstitute putem mehanizma cijena (na način da će cijene energije utjecati na brzinu prijelaza) i putem inovacijskog kapaciteta jer se smatralo da će se inovacije pojaviti onda kada to bude potrebno. Drugim riječima, da će se inovacije pojaviti dovoljno rano da se izbjegne dugotrajniji zastoj u radu cjelokupne infrastrukture (Cleveland i Constanza, 2008.; Hall i Klitgaard, 2006.).

Zbog izdvajanja zemlje iz makroekonomskog okvira, neoklasična ekonomija raskinula je svaku vezu između ekonomije i prirode (prirodnih resursa), što je na-

⁶ U ekstremnom slučaju, odskočni efekt može se očitovati u potpunom poništavanju pozitivnih učinaka razvijenije tehnologije na energetske učinkovitost. Tehnološki razvoj utjecao je na odskočni efekt zbog kojeg razvijene zemlje, iako energetske učinkovitije, troše više energije što su razvijenije. Ova situacija ima veze s rastom osobnog i javnog standarda zbog čega se troši više energije, ali i sa stalnom pojavom novih uređaja koji troše energiju. Ovaj učinak naziva se još i makroekonomski *feedback* (Vlahinić-Dizdarević i Žiković, 2011., str. 19).

⁷ Prema Alcott (2005.), engleski je ekonomist William Stanley Jevons 1865. godine primjetio da tehnološka poboljšanja koja povećavaju učinkovitost korištenja ugljena dovode do povećanje potrošnje ugljena na razini cijelog industrijskog sektora. Jevons je tvrdio da, suprotno uvriježenom mišljenju, tehnološki napredak nije jamstvo manje potrošnje energenata.

išlo na kritike prvenstveno od strane pripadnika tzv. ekološke ekonomije, i samim time isključila energiju iz ekonomskog sustava. Nadalje, zbog izdvajanja zemlje ne postoji potreba da se, za razliku od klasičara, ekonomija podijeli na dva sektora. Dodatni razlog zašto energija nije uključena u ekonomsku aktivnost nalazi se u tretiranju energije kao sirovine, točnije kao intermedijarnog dobra. Prema Alam (2006., str. 6), neoklasična ekonomija promatra energetske resurse kao analitički ekvivalentne inputima koji ne pridonose ikakvu energiju u procesu proizvodnje (kao npr. željezo, staklo, plastika, drvena građa, itd.). Stoga, u neoklasičnoj teoriji rasta energija nema eksplicitnu ulogu. Odnosno, minorna je važnost energije kao faktora proizvodnje i ekonomskog rasta (Stern i Cleveland, 2004., str. 6).

Prema Alam (2008.), ubrzavanje ekonomskih aktivnosti razlog je većeg ekonomskog rasta, a brzina kojom se odvija proizvodnja ovisi upravo o potrošnji energije. Neoklasična ekonomija smatra da je ekonomski rast posljedica porasta kapitalne opremljenosti rada i tehnološkog napretka.⁸ Zaključak kojeg je neoklasična teorija rasta predviđjela, jest taj da je stabilna opskrba energijom neophodan izvor ekonomskog rasta, a kapital i radna snaga jednostavno posrednici u eksploataciji, pretvorbi i usmjeravanju energetske resursa i tokova upotrebljive energije (engl. *flows of usable energy*) prema proizvodnji i potrošnji dobara i usluga. Drugim riječima, standardni (neoklasični) faktori proizvodnje i rasta nisu ništa drugo doli transformatori energije. Kritike i suprotstavljena mišljenja raznih ekonomskih škola neoklasična ekonomija nije mogla izbjeći.

4. Kritike neoklasične teorije rasta

Neoklasična ekonomska misao nije prepoznala energiju kao ključan proizvodni resurs dok Solowljev model ekonomskog rasta definira ekonomiju kao zatvoren sustav u kojem se dobra i usluge proizvode korištenjem kapitala i radne snage. U takvom sustavu ekonomski rast postiže se većim količinama i/ili većom kvalitetom uložених inputa ili pak tehnološkim napretkom (Ockwell, 2008., str. 4600), a energetske inputi imaju samo indirektnu ulogu i tretirani su kao intermedijarna dobra (Vlahinić-Dizdarević i Žiković, 2011., str. 6).

Prema Toman i Jemelkova (2003.), u većini literature koja se tiče energije i ekonomskog rasta (i razvoja) raspravlja se o tome kako veći ekonomski rast utječe na veću potrošnju energije, a ne obratno. Stoga se ekonomski rast smatra glavnim

⁸ Nova institucionalna ekonomija, kao protuteža neoklasičnoj ekonomiji, smatra da je ekonomski rast rezultat uređenih vlasničkih prava, što je pak stvorilo veće poticaje za štednju, investicije i inovacije.

čimbenikom potražnje za energijom dok samo napredne ekonomije sa visokim stupnjem inovacijskog kapaciteta mogu smanjiti potrošnju energije bez da uspore ekonomski rast. Također, Toman i Jemelkova (2003.) tvrde da je literatura neoklasične ekonomske paradigme po tom pitanju donekle ograničena. Dok poslovni i financijski analitičari pridaju značajnu pozornost utjecaju cijene nafte i ostalih energenata na ekonomsku aktivnost, neoklasična teorija rasta marginalizira ulogu energije i energetske resursa.

Upravo je značajan porast cijene nafte nakon prve naftne krize inicirao raspravu o razlozima usporavanja produktivnosti (engl. *productivity slowdown*), odnosno inicirao dublje promišljanje makroekonomske važnosti energetske resursa. Do tada uglavnom ograničeno neoklasično razmatranje uloge energije i energetske resursa postalo je predmetom interesa ali i kritike raznih ekonomskih škola koje ne pripadaju tzv. *mainstream* ekonomiji (Stern i Cleveland, 2004., str. 2; Vlahinić-Dizdarević i Žiković, 2011., str. 4), a čije zaključke navodimo u potpoglavljima koja slijede.

4.1. Institucionalna ekonomija

Prema North (1994.), institucije označavaju formalna ograničenja (pravila, zakoni, ustav), neformalna ograničenja (norme ponašanja, konvencije, samonametnuti kodeksi ponašanja) i njihova obilježja izvršenja (ili provedbe). Institucije u širem smislu formalna su i neformalna "pravila igre" u društvu, koja određuju međusobne odnose među ljudima (North, 1990.). U užem smislu pod institucijama se smatraju samo organizacijske jedinice, procedure i regulacijski okvir (Williamson, 2000.). Institucije imaju važnu ulogu u povećavanju funkcionalnosti društva, osobito ekonomske učinkovitosti. One su sastavni dio društvenog kapitala, kao (ključnoga) čimbenika ekonomskog rasta i ekonomske uspješnosti (Budak i Sumpor, 2009., str. 172). Cjelokupno institucionalno okruženje, a posebice ekonomske institucije (formalna pravila za interakcije između gospodarskih subjekata) ključne su za ekonomske performanse jer određuju strukturu poticaja u gospodarstvu (Vlahinić-Dizdarević i Jakovac, 2011.). Ekonomske institucije također su važne jer utječu na efikasnu alokaciju resursa, raspodjelu dobiti i pravo kontrole (Acemoglu et al., 2004.).

Ako su institucije definirane tako da potiču one djelatnosti koje povećavaju produktivnost i smanjuju troškove, tada indirektno kroz alokaciju resursa povećavaju output i potiču ekonomski rast. Posebna pažnja pridaje se transakcijskim troškovima koji su povezani s mjerenjem i provedbom ugovora. Institucionalne promjene i razvoj institucija koje povećavaju prohodnost kapitala smanjuju troškove

informacija, smanjuju troškove snošenja rizika te poboljšavaju provedbu ugovora, utječu na smanjenje transakcijskih troškova, povećavaju produktivnost i poboljšavaju ekonomske performanse (Vlahinić-Dizdarević i Žiković, 2011., str. 11).⁹

Institucionalna ekonomija razvila se na prijelazu 19. u 20. stoljeće. Prema Hodgson (1993.), razlikujemo staru i novu institucionalnu ekonomiju. Nova institucionalna ekonomija (NIE) razvila se oko sredine 70-ih godina 20. stoljeća kao alternativa tada prevladavajućoj neoklasičnoj i liberalnoj ekonomskoj misli. Odnosno, kao odgovor na tržišne neuspjehe neoklasične ekonomske teorije. Teoretičari NIE smatraju da je neoklasična teorija neprimjeren alat za analizu i za određivanje politika kojima bi bio potican razvitak zato što se u neoklasičnoj analizi obično pretpostavlja da transakcije ne koštaju ništa, da su informacije slobodno raspoložive i da su države dobronamjerne. Iako i stara i nova institucionalna ekonomija polaze od teze da su institucije ključne u ekonomskoj analizi, NIE smatra da su institucije mjerljive i stoga se mogu proučavati pomoću instrumenata ekonomske teorije. Dakle, nije više pitanje jesu li institucije važne za ekonomske performanse i ekonomski rast, već koje su to institucije i kako na njih utjecati (Budak i Sumpor, 2009., str. 173; Vlahinić-Dizdarević i Žiković, 2011., str. 12).

U energetsom sektoru također je važna uloga institucija. Pristup energiji, a time i ekonomski rast (i razvoj) u velikoj mjeri ovise o ulozi države. Vlada je odgovorna osigurati transparentan institucionalni okvir te definirati poziciju državnih poduzeća, privatnih domaćih te stranih investitora na energetsom tržištu. Stoga je međusobna povezanost između energetskih resursa, energetske politike te ekonomskog rasta i razvoja u značajnoj mjeri određena ulogom institucija (Vlahinić-Dizdarević i Žiković, 2010., str. 41). Država ima važnu ulogu u donošenju zakona koji se tiču energije kao što su npr. Zakon o energiji, Zakon o tržištu električne energije, Zakon o tržištu nafte i naftnih derivata, Zakon o trošarinama na energente, Zakon o zaštiti okoliša itd. Ključno je da zakonski okvir bude stabilan i transparentan kako bi potaknuo investicije, jer investitori moraju biti sigurni u "pravila igre" na kojima počivaju njihova ulaganja. U energetsom sektoru posebice je važna sigurnost vlasničkih prava i ugovornih odnosa koji su mnogobrojni i kompleksni. Stvaranje učinkovitog i transparentnog institucionalnog okvira koje će tržište učiniti konkurentnijim, potaknuti investicije te stimulirati tehnološku difuziju, uz istovremenu zaštitu interesa potrošača pokazalo se ključnim elementom reformi u energetsom sektoru (Vlahinić-Dizdarević i Žiković, 2011., str. 13).¹⁰

⁹ Detaljnije o ulozi institucija vidjeti Acemoglu et al. (2001.; 2002.), Easterly (2001.), Easterly i Levine (2003.), Rodrik et al. (2004.).

¹⁰ Transparentan institucionalni okvir bitan je za učinkovito funkcioniranje komunalnih djelatnosti kao što je primjerice elektroprivredna djelatnost. Regulatorna kvaliteta od presudne je važnosti u elektroenergetskom sektoru i funkcija je ne samo regulatornih institucija već i šireg institucionalnog okruženja. Regulacija u elektroenergetskom sektoru treba omogućiti razvoj tržišnog na-

Institucionalna ekonomija značajno je doprinijela razumijevanju uloge energije u ekonomskom rastu i razvoju tako što je istražen utjecaj institucionalnih struktura tj. socijalnih, ekonomskih i političkih institucija na efikasno korištenje energije te razvoj i primjenu energetske učinkovite tehnologije (Paavola i Adger, 2005.). Fokus istraživanja institucionalne ekonomije usmjeren je uglavnom na industrijsku organizaciju i problematiku javnog izbora te na pitanja u kojim okolnostima institucije koje se brinu o zaštiti okoliša mogu biti učinkovite, a znatno manje na posljedice vezane uz onečišćenje okoliša (Vlahinić-Dizdarević i Žiković, 2010., str. 41). Prema Ockwellu (2008., str. 4603), institucionalna struktura treba evoluirati tj. treba se unaprijediti različitim financijskim poticajima ili stvaranjem informacijskih mreža kako bi se potaklo pojedince i društvo u cjelini da ostvare energetske učinkovite (engl. *low-carbon*) ekonomije.

4.2. Razvojne teorije

Nakon prva dva naftna šoka (1973.-1974. i 1980.-1981.), problematika energetskih resursa postala je vrlo interesantna u ekonomskoj teoriji. Razvojne teorije, odnosno literatura koja se bavi razvojem upravo se tijekom 70-ih i 80-ih godina prošloga stoljeća fokusirala na pitanje utjecaja prirodnih resursa na ekonomski rast i razvoj. Uočeno je da posjedovanje nafte, prirodnog plina i drugih važnih energetskih resursa ne mora nužno voditi brzom ekonomskom rastu (Vlahinić-Dizdarević i Žiković, 2011., str. 10). U 17. stoljeću prirodnim resursima siromašna Nizozemska prestigla je Španjolsku unatoč priljevu zlata i srebra iz španjolskih kolonija. U 19. i 20. stoljeću Švicarska i Japan iako gotovo uopće ne posjeduju

tjecanja stvaranjem prostora za postojeće i nove sudionike na tržištu. No, iako regulacija kontrolira i onemogućava ostvarivanje ekstra profita reguliranog subjekta, s druge strane ona mora biti dovoljno poticajna kako bi se povećala njegova efikasnost i smanjili troškovi te privukao privatni kapital neophodan za proširenje i nadogradnju infrastrukture te kako bi se uvele nove i tehnološki naprednije usluge. Standardno institucionalno rješenje u elektroenergetskom sektoru jest osnivanje nezavisne regulatorne agencije, umjesto izravne državne regulacije, koja pak djeluje unutar jasno definiranog i transparentnog pravnog okvira. Nezavisni regulator određuje tarife, uvjete ulaza i izlaza sa tržišta za mrežne aktivnosti kao što su prijenos i distribucija električne energije. Međutim, ako su regulatorne agencije suočene sa nedostatkom kvalificiranih ljudskih, administrativnih i *know-how* resursa, ako je njihova potpuna neovisnost upitna zbog utjecaja države (formalnog ili neformalnog) u onim aktivnostima koje se odnose na cijenu električne energije ili ako postoji neformalni utjecaj regulirane industrije, tada regulacija može izgubiti svoju početnu svrhu i umjesto da štiti potrošače ona sve više počinje štiti regulirana poduzeća. Ovakva vrst problema zbog nedovoljne razvijenosti ekonomskih i političkih institucija neophodnih za ispravno funkcioniranje regulatornih tijela prisutna je u većini tranzicijskih zemalja (Cubbin i Stern, 2006, str. 115; Vlahinić-Dizdarević i Žiković, 2011., str. 106; Vlahinić-Dizdarević i Jakovac, 2011.).

energetske i ostale prirodne resurse, prestige su primjerice jednu prirodnim resursima bogatu Rusiju. Neke istočnoazijske zemlje kao npr. Južna Koreja, Tajvan, Singapur i Hong Kong postale su visoke stope rasta BDP-a u posljednjih 40-ak godina iako također gotovo uopće ne posjeduju prirodne resurse (Sachs i Warner, 1997., str. 2).¹¹ Ovaj fenomen naziva se još i tzv. prokletstvom prirodnih resursa (engl. *natural resource curse*).

Sukob oko profita koji proizlazi zbog prirodnih resursa često dovodi do fokusa na raspodjelu bogatstva umjesto na njegovo stvaranje, do socijalnih borbi tj. sukoba, nedemokratske vlasti i nejednakosti, odnosno do korupcije, političkog oportunizma i neučinkovite birokracije. Prema Todaro i Smith (2006., str. 68), zemlje u razvoju često su manje bogate prirodnim resursima nego što su to bile sadašnje razvijene zemlje u vrijeme kada su počinjale svoj rast. Nekoliko zemalja u razvoju obiluje ogromnim zalihama nafte, ruda i sirovina za kojima raste svjetska potražnja, dok mnoge manje zemlje (posebno u Aziji) slabo obiluju prirodnim resursima. Sa druge strane, u dijelovima Latinske Amerike i Afrike (npr. Meksiko, Nigerija i Venecuela) gdje su prirodni resursi veći, potrebno je ogromno ulaganje kapitala za njihovu eksploataciju, a tolika financijska sredstva moguće je pak dobiti uz žrtvovanje znatnog dijela kontrole nad prirodnim resursima. Te iste kontrole koja se proslijeđuje moćnim multinacionalnim korporacijama iz razvijenih zemalja koje su u stanju same preuzeti veliku i efikasnu eksploataciju resursa.¹²

Modeli povezani sa fenomenom prokletstva prirodnih resursa poznati su kao tzv. modeli nizozemske bolesti (engl. *Dutch disease models*), a temelje se na teoriji Rybczynskoga koji je došao do zaključka da će porast raspoložive količine jednog faktora uz nepromijenjenu količinu drugoga i uz nepromijenjenu tehnologiju uvjetovati opadanje proizvodnje onog proizvoda koji intenzivnije koristi proizvodni faktor čija se raspoloživa količina nije mijenjala. Iako je Rybczynski temeljio svoj model na pretpostavci postojanja samo dva proizvoda, ipak je pravilno predvidio tendencije koje su se realizirale tijekom 70-ih i 80-ih godina 20. stoljeća u zemljama koje su započele s intenzivnom eksploatacijom i izvozom nafte i plina.

"Nizozemska bolest" naziv je za skup ekonomskih posljedica koje se javljaju sa specijalizacijom zemlje prema svojoj komparativnoj prednosti. Naziv je skovan 1977. godine u časopisu "The Economist" kako bi opisao pad nizozemskog proi-

¹¹ Još u 16. stoljeću, točnije 1576. godine francuski je ekonomist Jean Bodin u svojem najpoznatijem djelu *Republika* (*Les Six livres de la République*) konstatirao da su "stanovnici bogate i plodne zemlje većinom škrti i kukavice, dok neplodno tlo čini čovjeka opreznim, poduzetnim i marljivim" (Bodin, 1955, str. 161).

¹² Spomenuto bi se čak moglo povezati i sa tzv. modelom neokolonijalne zavisnosti (Todaro i Smith, 2006., str. 110) gdje zbog namjerne eksploatacije i/ili svjesnog nemara, koegzistencija bogatih i siromašnih zemalja u sistemu kojim dominira odnos nejednakih snaga između centara i periferije čini pokušaje siromašnih zemalja da postanu samoodržive i nezavisne teškim i nemogućim, a sustav i dalje čvrsto temeljen na principima nejednakosti i konformizma (Strahinja, 2006.).

zvodnog sektora nakon otkrića prirodnog plina u toj zemlji tijekom 60-ih godina prošlog stoljeća (Ebrahim-zadeh, 2003.). Prema modelu koji su razvili Corden i Neary (1982.), proizvodni resursi sele se u novi sektor (engl. *resource movement effect*), a zbog brzog rasta novog sektora dolazi do pada profita u industrijskom sektoru što u konačnici rezultira padom proizvodnje (direktna deindustrijalizacija). Ukoliko se dio visokih izvoznih prihoda troši unutar zemlje, dolazi i do porasta potražnje za uslugama (engl. *non-tradable goods*) ali i redistribucije zaposlenih u pravcu uslužnog sektora (indirektna deindustrijalizacija). Posljedično, zbog porasta potražnje za uslugama dolazi do porasta cijena u uslužnom sektoru. Sa rastom cijena usluga rastu i nadnice, a time i cijena rada u industriji.

Povećani priljev deviza od prodaje prirodnog resursa (u ovom slučaju plina) dovodi do relativnog porasta tečaja nacionalne valute. Aprecijacija domaće valute pak negativno utječe na konkurentnost industrijskog sektora na inozemnom tržištu.¹³ Prema Collier (2007.), efekte "nizozemske bolesti" moguće je smanjiti usporavanjem aprecijacije domaće valute (npr. štedjeti izvozne prihode u posebnim fondovima u inozemstvu i na taj način dozirati priljev deviza u zemlju ili pak povećati domaću štednju) te povećanjem konkurentnosti industrijskog sektora (npr. povećati ulaganja u obrazovanje i infrastrukturu ili alternativno povećati subvencije najgore pogođenim sektorima).

S obzirom da cijene sirovina, pa tako i energenata nemaju kontinuirani trend rasta te pokazuju značajne oscilacije pa i značajne padove na globalnom tržištu, prevelika usmjerenost na novi sektor (engl. *booming sector*) dovodi do nepovoljnih razvojnih učinaka. Čak i pod pretpostavkom da cijene sirovina i energije kontinuirano rastu, prevelika usmjerenost na novi sektor ne može dugoročno biti povoljna jer on ima znatno manje eksternalije i multiplikativne učinke na nacionalnu ekonomiju od industrijskog sektora (Vlahinić-Dizdarević i Žiković, 2011., str. 11).

Istraživanje od Sachs i Warner (1997.) na velikom uzroku od preko 70 zemalja dokazalo je da postoji negativna veza između ekonomskog rasta i raspoloživosti prirodnih resursa u periodu od 1970. do 1990. godine. Veza je ostala negativna i nakon primjene različitih kontrolnih varijabli koje bi mogle biti važne u objašnjenju razlike u dinamici ekonomskog rasta među zemljama. Dodatno korištene kontrolne varijable su: početna razina BDP-a, stope rasta investicija, stope akumulacije ljudskog kapitala, promjene u uvjetima razmjene (engl. *terms of trade*), javna potrošnja, volatilnost izvoznih i uvoznih cijena te učinkovitost državnih institucija.¹⁴

¹³ Iako se "nizozemska bolest" najčešće poistovjećuje s otkrićem prirodnih i energetske resursa, ova vrsta poremećaja može se odnositi na bilo koju promjenu koja rezultira velikim priljevom deviza (Ebrahim-zadeh, 2003.).

¹⁴ Međutim, u novijem istraživanju na uzorku od 118 zemalja u periodu između 1970. i 2007. godine, Cavalcanti et al. (2011.) tvrde da je upravo volatilnost cijena tzv. osnovnih sirovina (engl.

4.3. Ekološka ekonomija

Iako su prirodni resursi (i energija) dobili naizgled na važnosti u proširenom neoklasičnom modelu ekonomskog rasta, to ipak nije zadovoljilo kritičare neoklasične teorije rasta prvenstveno Nicholas Georgescu-Roegen. Upravo je on među prvima komentirao izostanak energije u ekonomskoj teoriji. Georgescu-Roegen (1971.; 1975.) istaknuo je da neoklasični ekonomisti apstrahiraju prirodne resurse i protoke energije te da istovremeno ignoriraju otpad kao nusproizvod ekonomske aktivnosti. Nadalje, Georgescu-Roegen (1971.; 1975.) tvrdio je da standardna ekonomska teorija ne priznaje činjenicu da se s jedne strane energetske i materijalni resursi nepovratno troše dok se sa druge strane štetni učinci po pitanju zagađenja okoliša nastavljaju akumulirati. *Perpetuum mobile* ekonomskog sustava nije moguć, a problem nastaje zbog optimističnog vjerovanja ekonomista u beskonačne mogućnosti rasta. Odnosno, zbog optimizma koji se temelji na ograničenom svjetonazoru koji isključuje prirodu, prirodne resurse i naposljetku energiju (Alam, 2006., str. 2).

Slijedeći put Georgescu-Roegen, novo područje ekološke ekonomije¹⁵ tvrdi da entropija¹⁶ nameće ograničenja ekonomskom rastu. Odnosno, pripadnici ekološke ekonomije zagovaraju stav da tzv. fizička dimenzija ekonomske proizvodnje zahtijeva veću i izričitiju pozornost u teoriji ekonomskog rasta jer ekonomski sustavi razmjenjuju energiju i materiju s okolinom (Shema 1.). Slijedom toga, ekonomski sustav promatra se kao otvoreni termodinamički sustav s posebnim naglaskom na zakon entropije.

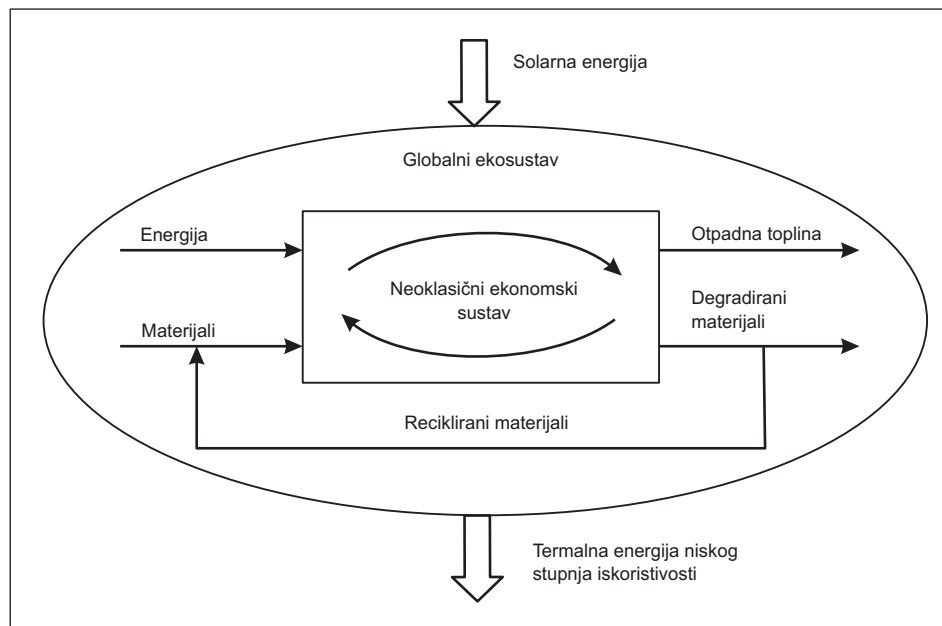
primary commodities), a ne njihovo obilje, razlog tzv. prokletstva (prirodnih) resursa. U svom istraživanju autori koriste godišnje podatke o realnom BDP-u p/c, indeks cijena roba temeljen na cijenama 32 osnovne sirovine (nafta je jedna od uključenih sirovina) i kontrolne varijable kao što su razina otvorenosti gospodarstva, udio državne potrošnje u BDP-u, stabilnost cijena i ljudski kapital.

¹⁵ Ekološka ekonomija je izraz za "novu" ekonomiju prožetu ekološkim zasadama. Ona promatra svijet prirode i društva na izrazito drukčiji način od konvencionalne ekonomije. Ona se bavi preispitivanjem pretjerane uporabe materijala i termodinamičkih osnova gospodarske aktivnosti, a usredotočuje se uglavnom na neizbježne interakcije ljudi i ekosustava u najširem smislu. Ekološka ekonomija ispituje fundamentalne odnose između fizičkih i bioloških sustava, probleme upravljanja ekosustavima na održiv način i utjecaj društvenih sustava na ekosustave. Tako ekološka ekonomija postaje granična znanost između ekologije i ekonomije. Ekološka ekonomija je nova znanost 21. stoljeća koja ne postavlja u središte svoga promatranja isključivo gospodarstvo i profit već kakvoću života. Uz pomoć mnogih znanstvenih disciplina, a ne samo ekologije i ekonomije, ona integrira prirodne i društvene znanosti (Črnjar i Črnjar, 2009., str. 352).

¹⁶ Entropija je mjera za količinu u kojoj se korisna energija u svakom zatvorenom sustavu u svemiru pretvara u nekoristan oblik (Rifkin, 2002., str. 16).

Shema 1.:

EKONOMSKI SUSTAV KAO PODSUSTAV GLOBALNOG EKOSUSTAVA



Otpadna toplina (engl. *waste heat*) = neiskorištena toplina koja nastaje pri pretvorbi energije ili proizvodnji

Izvor: Ockwell (2008., str. 4601)

Pripadnici ekološke ekonomije polaze od materijalne baze u jednoj zemlji i kritiziraju neoklasičnu teoriju zbog propusta u pogledu lociranja ekonomske aktivnosti unutar tzv. fizičke realnosti. Stoga, ekonomiju promatraju kao kompleksan sustav (Ramos-Martin i Ortega-Cerdí, 2003., str. 7), odnosno kao otvoreni podsustav globalnog ekosustava (Shema 1.). Na taj način u proces ekonomske proizvodnje ulaze i inputi prirodnog kapitala ali se također u cjelokupnu ekonomsku aktivnost uključuju i neophodni sadržaji ekosustava koji omogućavaju ljudski život. Ekološka ekonomija stoga naglašava važnost očuvanja prirodnog kapitala gdje taj isti oblik kapitala predstavlja dopunu klasičnom konceptu kapitala kao instrumentu stvaranja dodane, odnosno nove vrijednosti (Ayres i Warr, 2009.).

Naime, globalni ekonomski sustav ovisi o četiri temeljna biološka sustava (usjevnim površinama, ribarstvu, šumama i travnatim površinama). Prema Rifkin (2002., str. 323), ta četiri sustava ne omogućuju samo svu hranu nego, uz iznimku minerala i nafte, i sve sirovinske materijale za industrijsku proizvod-

nju.¹⁷ Ovakav način promatranja ekonomskog sustava podrazumijeva i apsorpciju otpada kao nusproizvoda ekonomske aktivnosti te očuvanje klime koja omogućava i olakšava ljudski život. Ono što je najbitnije za ekološku ekonomiju jest davanje značaja zakonima termodinamike u procesu ekonomske aktivnosti.

4.3.1. Prvi zakon termodinamike – zakon očuvanja energije

Prema prvom zakonu termodinamike, tzv. zakonu očuvanja (Rifkin, 2002., str. 46), ukupna je energija u svemiru nepromjenjiva. Drugim riječima, energija ne može biti stvorena niti uništena, nego samo transformirana iz jednog oblika u drugi. U kontekstu globalnog ekosustava to znači da je jedini u potpunosti dostupni izvor energije solarna energija koja se može koristiti direktno ili indirektno kroz utjecaj na fosilna goriva. Također, prema ovom zakonu termodinamike nusproizvodi korištenja fosilnih goriva (emisija ugljičnog dioksida) vraćaju se natrag u prirodu tj. okoliš kao otpad. Solarna energija koja dotječe u ekonomski sustav vraća se natrag u globalni ekosustav kao otpad, odnosno kao toplinska energija niskog stupnja iskoristivosti. Spomenuti otpad nameće troškove na okoliš, koje će u konačnici morati platiti društvo, odnosno predstavlja višak u zatvorenom neoklasičnom ekonomskom sustavu (Ockwell, 2008., str. 4601).

Prvi zakon termodinamike u koliziji je sa ranije spomenutim neoklasičnim modelom ekonomskog rasta (osnovnim i proširenim). Neoklasični model rasta u kojem su bili uključeni inputi prirodnog kapitala tj. obnovljivi i neobnovljivi izvori energije, temelji se na činjenici da se ekonomski rast može ostvariti supstitucijom fizičkog kapitala s jedne strane i prirodnog kapitala s druge strane uz tehnološki napredak kao početnu osnovu neoklasične teorije rasta. No, prvi zakon termodinamike tu istu supstituciju dovodi u pitanje. Ako se iscrpi sposobnost okoliša da apsorbira otpad kao krajnju rezultantu ekonomske aktivnosti, samim time se nepovratno kompromitira postojeći ekosustav na koji se oslanja ekonomska aktivnost i ljudski život. Stoga, prirodni kapital nije zamijenjiv niti sa jednim oblikom fizičkog kapitala (Ockwell, 2008., str. 4601).

¹⁷ Drugo važno pitanje je ograničena sposobnost našeg planeta da podržava život pojedinca. Naime, ukoliko želimo realni rast onda porast BDP-a uvijek mora biti veći od porasta stanovništva kako bi naša proizvodnja mogla stalno pokrivati povećane potrebe. U protivnom, ukoliko ne dođe do značajnijeg tehnološkog pomaka realni pad prinosa zaprijetit će održivom razvoju. Prema ekološkim ekonomistima, ekonomski rast izražen kvantitativno ne predstavlja realni napredak u kvaliteti života dok porast potrošnje (ukoliko se ne ukalkulira utjecaj na okoliš) ne znači i veći životni standard, niti nacionalno niti globalno (<http://novisvijet.blogspot.com/2009/06/alternativne-ekonomske-teorije.html>).

Prema Cleveland et al. (1996., str. 6), jedan od razloga zašto je stupanj supstitucije između prirodnog i fizičkog kapitala malen, jest komplementaran odnos između te dvije skupine kapitala. Argumenti u korist komplementarnosti su sljedeći: 1) ukoliko bi prirodni i fizički kapital bili savršeni supstituti tada ne bi postojala potreba za stvaranjem i akumulacijom fizičkog kapitala budući da ekvivalentna zamjena već postoji u prirodi; 2) prilikom proizvodnog procesa troši se energija kako bi se materijali, uporabom fizičkog kapitala, transformirali u finalna dobra i usluge; 3) između fizičkog i prirodnog kapitala postoji biofizička međuzavisnost jer je za konstrukciju, korištenje i održavanje alata, strojeva te industrijskih postrojenja potrebna upravo energija; 4) prirodni je kapital multifunkcionalan.

4.3.2. Drugi zakon termodinamike – zakon entropije

Drugi, pak, zakon termodinamike, poznat i pod nazivom zakon entropije, ukazuje na činjenicu da se prilikom ponovne upotrebe energije i materijala postiže njihova manja upotrebna vrijednost, odnosno da se njihova entropija povećava. Prema Rifkin (2002., str. 154) zakon entropije govori da svaki put kad povećamo količinu energije koju utrošimo bilo ljudskim, bilo strojnim radom prelazimo iz niske u visoku entropiju što rezultira još većim porastom nereda tj. otpada negdje u okolini.¹⁸ Dokle god se produktivnost mjeri u terminima brzine po jedinici proizvoda, više će energije biti potrošeno nego što je potrebno pri pretvaranju sirovine u ekonomsku korisnost. Takav povećani energetska tijek rezultirat će u većem neredu ili nadograđenoj entropiji što će u konačnici morati platiti društvo.

Ovaj zakon termodinamike nadalje podrazumijeva da je u cilju transformacije jednog materijala u drugi potrebna dodatna količina energije (Stern i Cleveland, 2004., str. 15). Ovo, pak, znači da postoje ograničenja supstitucije energije ostalim proizvodnim inputima u proizvodnom procesu (mikro razina). Na razini cjelokupne ekonomije (makro razina) ovo ograničenje supstituiranja prirodnog kapitala fizičkim kapitalom postaje još teže za prevladati. Da bi se postupkom izrade dobio fizički kapital (tvornice, zgrade, alati) čak i bez izravnog oslanjanja na prirodni kapital, potrebna je energija za pokretanje postupka izrade. Potrebna je i radna snaga što također podrazumijeva trošenje energije (hrana, voda, prijevoz, osvjetljenje, grijanje itd.). Budući da je doprinos energije, kao što je ranije spomenuto, bio promatran kroz relativni udio energije u troškovima proizvodnje, uloga i važnost energije za ekonomsku aktivnost ovakvim razmišljanjem neoklasičnih ekonomista je podcijenjena.

¹⁸ Materijalna dobra, dobivena obradom sirovina, prvo se pretvaraju u korisna dobra da bi naposljetku završila kao otpad. Entropija se povećava tijekom tog procesa transformacije (Ayres i Warr, 2009., str. 137).

Prema stajalištima ekološke ekonomije, energija je najvažniji primarni proizvodni faktor. Također, Cleveland et al. (1984.) zaključuju da je raspoloživost energije u nekoj zemlji pokretač ekonomskog rasta, za razliku od ekonomskog rasta koji je rezultat povećane potrošnje energije. Gledano iz ove perspektive, mogućnost razdvajanja potrošnje energije od ekonomskog rasta i dalje ostaje ograničena. Koristeći primjer američke ekonomije, Ockwell (2008., str. 4602) navodi da se od 1940. godine smanjila količina utrošene energije po jedinici BDP-a zbog, prema standardnom objašnjenju, primjene energetski učinkovitijih tehnologija u proizvodnom procesu. Međutim, smanjena potrošnja energije prvenstveno je rezultat prijelaza sa tzv. nisko kvalitetnih goriva (kao npr. ugljen) na visoko kvalitetne energente (pogotovo električnu energiju) koji pružaju više jedinica korisnog rada (engl. *useful work*) po jedinici termalnog inputa. Ukoliko se pak kvalitativno prilagodi finalna potrošnja energije (engl. *quality adjusted final energy use*), rast američkog BDP-a i potrošnje energije ostaju i dalje usko povezani (Stern i Cleveland, 2004., str. 24).

Čak niti orijentacija prema manje energetski intenzivnom, uslužnom sektoru ne može postići potpuno razdvajanje potrošnje energije od ekonomskog rasta jer je i dalje potrebno trošiti energiju na osvjetljenje i zagrijavanje prostora, putovanja na posao i transport općenito. Na globalnoj razini orijentacija prema uslužnom sektoru također ne dovodi do manje potrošnje energije budući da razvijene zemlje premještaju svoje proizvodne pogone u zemlje u razvoju (Stern et al., 1996.).

Zaključno, cjelokupna ekonomska aktivnost potaknuta je zahvaljujući protoku niske entropije odnosno protoku energije visoke kvalitete i materijala te zahvaljujući tzv. uslugama okoliša. Budući da se energija i materijali transformiraju u procesu proizvodnje i potrošnje (Ayres i Warr, 2009., str. 139), otpadna toplota i materija najzad se rasprše natrag u okoliš (Shema 1.). Većina ekonomista, prvenstveno pripadnika neoklasične ekonomije, ne može prihvatiti ovakav stav jer su privrženi ideji da čovjek iskorištavanjem prirodnih bogatstava stvara veću, a ne manju vrijednost. Budući da na razinu akumuliranog kapitala gledaju kao na produkt ljudskog rada i prirodnih sirovina, upravo je kapital ono što stvara ekonomsku vrijednost. No, strojevi u proizvodnim pogonima i radnici koji njima upravljaju ništa ne mogu stvoriti već samo transformirati postojeću zalihu iskorištive energije iz uporabivog u neuporabivo stanje uz privremenu korisnost u tijeku procesa transformacije (Rifkin, 2002., str. 153).

Sukladno tome, prema ekološkim ekonomistima proizvodnja i razmjena dobara i usluga intermedijarna je faza između početnog generiranja prirodnih resursa i usluga okoliša sa jedne strane te konačne asimilacije i recikliranja otpada sa druge strane (Cleveland et al., 1996., str. 4).

4.4. Evolucijska ekonomija

Ako raspoloživost tj. potrošnja energije potiče ekonomski rast, a ekološka ekonomija upravo to sugerira, tada postoji hitna potreba za tzv. niskougljičnom (engl. *low carbon*) ponudom energije te razvojem i usvajanjem energetske učinkovitih tehnologija. Evolucijska ekonomija (engl. *evolutionary economics*), uz ranije spomenutu institucionalnu ekonomiju, jedno je od područja relevantnih za poticanje niskougljične energetske učinkovite tehnologije (Rammel et al., 2007.).

Prema pojmovnom određenju, evolucijska je ekonomija fokusirana na procese koji unose konstantne promjene u gospodarstvo utječući tako na sve gospodarske subjekte (proizvodne i potrošačke) i institucije. Ti su procesi pak rezultat djelovanja i interakcije raznih pojedinaca (fizičkih i pravnih) koji čine sustav (i žele maksimizirati profit te opstati na tržištu), a zasnovani su na njima dostupnim informacijama, njihovoj odlučnosti, namjerama te inventivnosti.¹⁹ To pojednostavljeno znači da niti jedan model ne može biti stalan.

Prema postavkama evolucijske ekonomije, svaki pa tako i ekonomski model podložan je stalnim promjenama koje su, pak, uzrokovane stalnim inovacijama prvenstveno tzv. radikalnim inovacijama jer jedino one rezultiraju strukturnim promjenama u ekonomiji. Riječ je o stvaralačkoj promjeni (tj. kreativnoj destrukciji) odgovornoj za stvaranje novih tehnologija, novih proizvoda i usluga što onda posljedično inducira i novu potražnju (Ayres i Warr, 2009.). Dakle, postoji određeni stupanj makroekonomske ravnoteže koji subjekti na tržištu "uništavaju" uvođenjem novih tehnologija i inovacija te tako izbacuju zastarjele tehnologije iz upotrebe. Odnosno, uloga je tehnologije stvarati stanje neprestane neravnoteže²⁰, a što je veća neravnoteža veći su ekonomski i društveni poticaji da se ista razriješi. Ovakve promjene dolaze kao prirodni proces, tj. određeni oblik evolucije koja unaprjeđuje sustav.²¹

¹⁹ Kada se u sklopu evolucijske ekonomije spominju "razni pojedinci koji žele maksimizirati profit i opstati na tržištu" ne može se ne zaključiti da postoji sličnost ove teorije sa Darwinovom teorijom o biološkoj evoluciji i konceptom opstanka najposposobnijih (engl. *survival of the fittest*). Opstanak najposposobnijih tumači se na način da vlastiti interes pojedinca vodi prema povećanju i zaštiti materijalnog blagostanja, a biološka evolucija kao proces neprestanog uvećanja reda koji dolazi kao posljedica činjenice da je svaka sljedeća vrsta (engl. *species*) bolje opremljena da zaštiti svoje interese (Rifkin, 2002., str. 41; Ayres i Warr, 2009., str. 166).

²⁰ Za razliku od neoklasičara i stanja stabilne ravnoteže (engl. *steady state*), zagovornici evolucijske ekonomije (primjerice Nelson i Winter, 1982.) uveli su pojam stabilne promjene tj. neravnoteže (engl. *steady change*). Područja istraživanja evolucijske ekonomije obuhvaćaju, uz spomenute inovacije i nove tehnologije, uzroke i posljedice tehnoloških, političkih i društvenih promjena, dinamičnu konkurenciju i strukturne promjene u nacionalnom i međunarodnom kontekstu, cikličke procese u ekonomskom razvoju te ulogu države u modeliranju složenog dinamičnog ekonomskog sustava.

²¹ Do problema dolazi kada se zastarjela tehnologija nastoji obraniti zato što ne želi izgubiti svoju prevlast (npr. naftni giganti koji onemogućavaju ulazak tzv. čistih tehnologija na tržište). Ta-

Kao posljedica toga, a u kontekstu kritike neoklasične teorije rasta s aspekta uloge energije, Dopfer (2001.) tvrdi da se institucije, tehnologija proizvodnje i način upravljanja neprestano transformiraju i time omogućavaju učinkovitije korištenje prirodnih resursa. Transformacija, točnije evolucija neminovna je s obzirom da cjelokupni sustav pokreću razni prirodni odnosno energetske tokovi.

Prema evolucijskoj ekonomiji, energetske infrastrukturu treba promatrati kao složen i interaktivan sustav socijalnih, ekonomskih i političkih institucija unutar kojeg međuzavisnost energije i ekonomskog rasta te razvoj novih energetski učinkovitih tehnologija moraju biti shvaćeni u širem socio-ekonomsko-ekološkom kontekstu (Ockwell, 2008., str. 4603). Prema Ayres i Warr (2009., str. 168), inovacije koje pridonose energetskej učinkovitosti ekonomski su potentnije, sa mogućnošću široke rasprostranjenosti, u odnosu na većinu inovacija koje se odnose na samo jednu tvrtku ili mali segment tržišta. Od sredine 19. stoljeća upravo je eksploatacija i učinkovito korištenje energije iz fosilnih goriva, zahvaljujući tehnološkim inovacijama, razlog ekonomskog rasta u skoro cijelom svijetu. Prema Foster (2013., str. 1), ekonomski je rast rezultat autokatalitičke interakcije (engl. *autocatalytic co-evolution*) između potrošnje energije s jedne strane i primjene novih saznanja o učinkovitoj potrošnji energije sa druge strane.

Evolucijska ekonomija, skupa s ekonomijom okoliša²² i ranije spomenutom ekološkom ekonomijom, svrstava se u kategoriju alternativnih ekonomskih teorija

kvi pokušaji uglavnom na kraju ne uspijevaju, ali značajno usporavaju penetraciju novih tehnologija na tržište s izraženim negativnim društvenim učincima (<http://novisvijet.blogspot.com/2009/06/alternativne-ekonomske-teorije.html>).

²² Prema Črnjar i Črnjar (2009., str. 348), ekonomija okoliša (engl. *environmental economics*) proučava ekonomske zakonitosti u korištenju prirodnih resursa i zaštiti okoliša. Osnovna pretpostavka na kojoj se temelji ekonomija okoliša jest spoznaja da okoliš nije entitet koji je odvojen od gospodarstva već sve promjene koje se događaju u gospodarstvu utječu na okoliš i obratno. Drugim riječima, središnje polazište ekonomije okoliša nalazi se u konceptu zakazivanja tržišta kao efikasnog instrumenta alokacije resursa. Tržište vođeno osobnim interesima pojedinaca često zakazuje, a glavni razlog tomu, ukoliko se okoliš razmatra kao mjerilo društvene korisnosti, jest razlika u onome što će pojedinac učiniti pod utjecajem cijena koje određuju njegovu proizvodnju te onoga što bi društvo htjelo da se učini sa stajališta očuvanja okoliša (npr. tvornica koja pri proizvodnji zagađuje okoliš, ali pri formiranju cijene proizvoda ne uzima u obzir štetu koju nanosi društvu i okolišu jer taj resurs ne mora plaćati, pa tako u konačnici štetu snosi cijela zajednica). Postoji također i problem zajedničkog vlasništva nad ograničenim dobrom. Naime, kada veliki broj pojedinaca ima (ne)ograničen pristup jednom zajedničkom dobru, (npr. fosilnim gorivima), a svaki od njih je vođen jedino interesom maksimizacije profita, tada dugoročno gledano dolazi do uništenja zajedničkog dobra, a to na kraju ne koristi niti pojedincima koji su uzrokovali uništenje dobra vođeni upravo vlastitim interesima. Vrijedi spomenuti i problem javnog dobra, koji je pak najviše izražen kada govorimo o zaštiti okoliša. Politika zaštite okoliša shvaća se kao javno upravljanje okolišem kao javnim dobrom koje ne spada ni u kakvu konkurenciju tržišta i zajedničko je svima. To znači da ulaganje jedne zemlje u zaštitu okoliša nikako ne šteti drugoj zemlji i ne stvara nikakvu tržišnu prednost, a istovremeno je dugoročno štetno isključiti bilo koju zemlju iz programa zaštite okoliša. To dovodi

prvenstveno zbog nedovoljne široke upotrebe i proboja u znanstvenoj i akademskoj zajednici. Ove teorije, utemeljene više na moralnim nego na ekonomskim načelima, generalno su fokusirane na održiviji i pravedniji razvoj globalne ekonomije. Stoga, magnituda njihova utjecaja na ekonomsku praksu i ponašanje ekonomskih subjekata nije prouzročila značajnije poremećaje u tradicionalnoj ekonomiji niti potaknula ozbiljnija razmišljanja o potrebi društvenog preobražaja u smislu uspostavljanja harmonije između ekonomskog rasta i razvoja sa jedne strane te ekonomskog-ekološkog-socijalnog sustava sa druge strane (Strahinja, 2006., str. 137). Prema Ayres i Warr (2009., str. 168), evolucijska ekonomija nije kreirala eksplicitan i mjerljiv makroekonomski model pomoću kojeg bi se mogao objasniti ekonomski rast u prošlosti ili pak napraviti realnije projekcije gospodarske aktivnosti u budućnosti. Takav, pak, složen poduhvat zahtijevao bi od ekonomista poznavanje povijesti, psihologije, sociologije, biologije i fizike (Foster i Metcalfe, 2012, str. 430).

5. Endogene teorije rasta i energija

Modeli endogenog rasta objašnjavaju razloge tehnološkog napretka pomoću izbora i ekonomskih odluka koje donose pojedinci i poduzeća. Važna implikacija endogenih teorija rasta vezana je uz ulogu mjera ekonomske politike kao što su subvencije za istraživanje i razvoj te ulaganje u obrazovanje. Što se tiče tehnologije u energetske sektoru, ne postoji idealna tehnologija koja bi mogla biti pravi odgovor na energetske krizu. Naime, sve klasične tehnologije koje stvaraju stakleničke plinove ne plaćaju štetu koju čine okolišu i klimi. Stoga se apostrofira važnost korekcije ovakve situacije mjerama energetske politike kao što su npr. ekološki porezi, ograničenje emisija stakleničkih plinova, poticaji za korištenje obnovljivih izvora energije. Prema Vlahinić-Dizdarević i Žiković (2011., str. 9), čak su i endogene teorije rasta propustile uzeti u obzir činjenicu da su endogene tehnološke promjene usmjerene na racionalno korištenje energije i poboljšanje energetske učinkovitosti nužne za dugoročni ekonomski rast.

do situacije u kojoj pojedini subjekti ne izražavaju svoju zainteresiranost za zaštitu okoliša, ali zato uživaju u beneficijama koje proizlaze iz truda drugih (<http://novisvijet.blogspot.com/2009/06/alternativne-ekonomske-teorije.html>). Zaključno, ekonomija okoliša upotrebom ekonomskih instrumenata poput ekološkog poreza, ekološkog pologa, utrživih dozvola za trgovanje emisijama, subvencija za zaštitu okoliša i ekološkog osiguranja nastoji se suočiti i razgraničiti sa navedenim problemima te uspostaviti stalnu ravnotežu između ekonomskog rasta i kakvoće okoliša (detaljnije o navedenim instrumentima vidjeti Črnjar i Črnjar, 2009., str. 132-137).

Slijedom toga, Tahvonen i Salo (2001.) razvili su model s obnovljivim i neobnovljivim izvorima energije. Uključili su i troškove eksploatacije fosilnih goriva te proizvodne troškove za obnovljive izvore energije. Pretpostavili su da znanje o eksploataciji raste proporcionalno sa porastom eksploatacije te da je znanje u procesu finalne proizvodnje proporcionalno veličini kapitala. Njihov model realistično opisuje proces ekonomskog rasta ekonomije koja prolazi predindustrijsku, industrijsku i postindustrijsku fazu razvoja s porastom korištenja fosilnih goriva na početku razvoja te padom tijekom postindustrijskog razvoja i (ponovnim) prelaskom na obnovljive izvore energije.

Zon i Yetkiner (2003.) u svoj endogeni model rasta uključili su energiju (tj. potrošnju energije) kao primarni faktor proizvodnje i zaključili da: a) tehnološka promjena usmjerena na poboljšanje energetske učinkovitosti pozitivno utječe na ekonomski rast; b) stopa ekonomskog rasta obrnuto proporcionalno ovisi o stopi rasta realne cijene energije. Posljednji zaključak implicira da će porast realne cijene energije utjecati na usporavanje ekonomskog rasta, a razlog usporavanja leži u činjenici da će porast realne cijene energije smanjiti profitabilnost korištenja novih intermedijarnih dobara i tako smanjiti profitabilnost istraživanja te posljedično imati negativan utjecaj na ekonomski rast. Budući da je stopa rasta realnih cijena energenata egzogeno određena tj. da model ne objašnjava na koji način dolazi do porasta cijene energije, Yetkiner i Zon (2007.) nadogradili su prvotni model kako bi ispravili taj nedostatak. Uvođenjem neobnovljivih izvora energije u model i vezivanjem stope porasta realne cijene neobnovljivih izvora energije uz realnu kamatnu stopu (tzv. Hotellingovo pravilo), autori su došli do istovjetnih zaključaka. Ovi rezultati dodatno naglašavaju važnost aktivne državne politike usmjerene na ublažavanje negativnih efekata rastućih cijena energenata.

Smulders i de Nooij (2003.) tvrde da korištenje energije ima pozitivan učinak na ekonomski rast bez obzira na povremena smanjenja korištenja energije. Naime, razvijenost tehnologije utječe na korištenje energije, a količina dostupnog investicijskog kapitala utječe na porast potrošnje i ekonomski rast. Promjene, pak, u tehnologijama utječu na cijenu i dostupnost energenata (Dahl, 2008., str. 56). André i Smulders (2004.) razvili su model koji uključuje troškove eksploatacije neobnovljivih izvora energije i zaključili da smanjenje troškova eksploatacije i poreza na energiju (engl. *energy taxes*)²³ povećava potrošnju energije p/c i smanjuje relativni udio troškova energije u BDP-u. Ayres i van den Bergh (2005.) u model ekonomskog rasta uključili su energetske resurse i zaključili da za održavanje relativno visokih stopa rasta korištenje energetske resursa mora rasti linearno sa dohotkom.

²³ Porezi na energiju propisuju se na fosilna goriva sa ciljem smanjenja emisija ugljikova dioksida i drugih stakleničkih plinova. Primjer takvog poreza uključuje oporezivanje ugljika tj. porez na ugljik (engl. *carbon tax*) gdje je osnovica za porez količina CO₂ koja se oslobodi pri izgaranju jedinice fosilnog goriva (Slabe-Erker, 2002, str. 634).

Nadalje, najvažniji instrumenti održavanja ekonomskog rasta jesu ulaganja u istraživanje i razvoj, regulacija eksploatacije i korištenja prirodnih/energetskih resursa te mjere povećanja energetske učinkovitosti.

Schwark (2010.) zaključuje da uvođenje poreza na ugljik ne utječe samo na rast cijena fosilnih goriva i posljedično na proizvodnju, potrošnju i investicije nego utječe i na poticaje usmjerene na zamjenu fosilnih goriva visoko kvalitetnim energentima. Pittel i Rübbelke (2010.) zaključuju da su primarni faktori održivog rasta i razvoja tehnološki napredak i povećanje energetske učinkovitosti dok rezultati modela od Hübler i Baumstark (2011.) ukazuju da upravo veća izdvajanja za inovacije i apsorpciju (tj. imitaciju) inozemnih energetski učinkovitih tehnologija mogu kompenzirati porast emisija stakleničkih plinova kao posljedicu ekonomskog rasta, a time i smanjiti troškove emisija CO₂. U srednjem i dugom roku, energetska učinkovitost može se poboljšati obrazovanjem, fundamentalnim istraživanjima, strukturnim promjenama, jačanjem kapaciteta za istraživanje i razvoj te apsorpcijom inozemnih tehnologija. Do sličnih zaključaka došli su Zuo i Ai (2012.) koji tvrde da je dugoročna stopa ekonomskog rasta povezana s istraživanjima energetski učinkovitih tehnologija.

Formalnim pridavanjem pozornosti energetskim resursima i njihovim utjecajem na ekonomski rast, endogena teorija rasta omogućila je nova saznanja o odnosima između oskudnosti resursa, tehnološkog napretka i ekonomskog rasta. To pak predstavlja veliki napredak u odnosu na standardnu neoklasičnu teoriju rasta (Madlener i Alcott, 2006.).

6. Zaključak

Prateći povijest razvoja ekonomske teorije na razini klasične i neoklasične ekonomske doktrine, pogotovo onog dijela koji se odnosi na ekonomski rast točnije ulogu energije u ekonomskom rastu i razvoju, može se izvesti jednostavan zaključak. Iako je energija u klasičnoj ekonomskoj teoriji implicitno (ili bolje rečeno prešutno) uključena u ekonomsku aktivnost, neoklasična ekonomska teorija pak u potpunosti ignorira energiju, točnije izdvaja prirodu (zemlju) i njezine izvore energije koje su klasičari implicitno uključili. Neoklasična ekonomska teorija čak niti implicitno ne stavlja energiju u svoj makroekonomski okvir. Dakle, uloga energije jest povijesno, teorijski i gledajući model(e) ekonomskog rasta podcijenjena u ekonomskoj teoriji. Čak niti osnovni model ekonomskog rasta za koji je Solow dobio Nobelovu nagradu uopće ne uključuje energiju i tzv. energetske resurse. Iako je naknadno ovaj model bio proširen sa neobnovljivim i obnovljivim resursima, kao takav nije imao svoju primjenu u standardnoj makroekonomiji.

Zbog izdvajanja zemlje iz makroekonomskog okvira, neoklasična ekonomija raskinula je svaku vezu između ekonomije i prirode (prirodnih resursa), što je naišlo na neizbježne kritike od strane različitih (dijelom alternativnih) ekonomskih škola (kao npr. institucionalna ekonomija, razvojne teorije, evolucijska ekonomija), a prvenstveno od strane pripadnika tzv. ekološke ekonomije. Čak se formalnim pridavanjem pozornosti energetske resursima i njihovim utjecajem na ekonomski rast i endogena teorija rasta distancirala u odnosu na standardnu neoklasičnu teoriju rasta.

U svezi kritike neoklasične teorije rasta, nešto ipak mora omogućiti da čimbenici rasta poput zemlje, rada, kapitala, organizacije, tehnologije i znanja u procesu ekonomske aktivnosti rezultiraju rastom domaćeg proizvoda. To nešto je upravo energija. Energija je jedan od nužnih, ako ne i najnužniji temelj funkcioniranja društva i ljudskih života koji čine jednu ekonomiju. Višković (2008., str. 25) tvrdi da smo u razmaku od svega dva životna vijeka prešli iz ruralnog do postindustrijskog društva, od motike do računala, od rada ruku do rada strojeva, a sve to zahvaljujući upravo energiji. Proizvoditi, prenositi, akumulirati i inovirati energiju imperativ je o kojem ovisi rast ili pad društva i ekonomije uopće. Sve društvene i naposljetku ekonomske aktivnosti povezane su gustom mrežom energije koja pak povezuje svaku proizvodnu i uslužnu aktivnost.²⁴ Kad takove mreže ne bi bilo, sve oko nas bi se urušilo ili ne bi niti postojalo. U suvremenom svijetu, učinkovita opskrba energijom odnosno njena dostupnost ima iznimno ako ne i presudno mjesto te predstavlja osnovicu čitave ekonomske aktivnosti među zemljama širom svijeta kroz inovacije i tehnološki napredak (Abaidoo, 2011).

Radi dobrog gospodarenja energijom teži se što manjoj potrošnji energije za ostvarivanje jednakih koristi. U suprotnom, nepravodobni razvoj energetike postaje ograničavajući faktor ekonomskog rasta jer neopskrbljenost energijom uzrokuje velike poremećaje i znatne gubitke u proizvodnji. Prema važnosti, proizvodnja energije stavlja se u istu skupinu bitnih djelatnosti kao što su proizvodnja hrane i sirovina te osiguravanje potrebnih količina vode. Zaostajanje u tim oblicima proizvodnje ograničava cjelokupan ekonomski rast i razvoj neke zemlje. Dakle, problemi razvoja energetike ne mogu se promatrati niti proučavati izvan konteksta razvoja ukupnog društveno-ekonomskog sustava neke zemlje, pa čak ni izvan konteksta razvoja međunarodnih političkih i ekonomskih odnosa (Udovičić, 2004., str. 16; Dekanić, 2011.).

S obzirom na nespornu teorijsku i praktičnu važnost energije može se zaključiti da se radi o faktoru koji predstavlja značajan temelj ekonomskog rasta i razvo-

²⁴ Cottrell (1955. zaključuje da količina i oblici dostupne energije uvjetuju čovjekov (materijalni) način života i ujedno postavljaju donekle predvidljive granice onoga što pojedinac može učiniti i kako će društvo u cjelini biti organizirano. Utjecaj energije je sveprisutan, a ekonomske, političke, socijalne pa čak psihološke i etičke posljedice međusobno su isprepletene.

ja. Ne samo zbog toga što poboljšava produktivnost rada, kapitala, tehnologije i ostalih faktora proizvodnje, već i zbog činjenice što povećana potrošnja energije utječe na ekonomski rast.

LITERATURA:

Knjige

1. Ayres, R.U., Warr, B. (2009.). *The Economic Growth Engine – How Energy and Work Drive Material Prosperity*. Edward Elgar Publishing Ltd, Cheltenham, UK.
2. Bastiat, F. (1850.). *Economic harmonies*. <http://www.econlib.org/library/Bastiat/basHar9.html> (pregledano 17. rujna 2013. godine).
3. Bodin, J. (1955.). *Six Books of the Commonwealth (Les Six livres de la République)*. http://www.arts.yorku.ca/politics/comninel/courses/3020pdf/six_books.pdf (pregledano 04. listopada 2013. godine).
4. Collier, P. (2007.). *The Bottom Billion*. Oxford University Press.
5. Cottrell, F. (1955.). *Energy and society: the relation between energy, social change and economic development*. McGraw-Hill Book Company Inc., New York.
6. Črnjar, M., Črnjar, K. (2009.). *Menadžment održivog razvoja: ekonomija, ekologija, zaštita okoliša*. Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu u Opatiji Sveučilišta u Rijeci, Glosa, Rijeka.
7. Dahl, C.A. (2008.). *Međunarodna tržišta energije: cijene, politike i profiti*. Kigen, Zagreb.
8. Dekanić, I. (2011.). *Geopolitika energije – uloga energije u suvremenom globaliziranom društvu*. Golden marketing-Tehnička knjiga, Zagreb.
9. Easterly, W. (2001.). *The Elusive Quest for Growth: Economists' Adventures and Misadventures in the Tropics*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
10. Georgescu-Roegen, N. (1971.). *The Entropy Law and the Economic Process*. Harvard University Press.
11. Kljaić, A. (2010.). *Novi put – od kapitalizma do postkapitalizma*. Tiskara Denona, Zagreb.
12. Lunaček, V. (1996.). *Povijest ekonomskih doktrina*. Pravni fakultet u Zagrebu, Zagreb.

13. Nelson, R.R., Winter, S.G. (1982.). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Harvard University Press.
14. North, D.C. (1990.). *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge University Press, Cambridge.
15. Ricardo, D. (1983.). *Načela političke ekonomije*. Centar za kulturnu djelatnost, Zagreb.
16. Rifkin, J. (2002.). *Entropija – novi pogled na svijet*. Misl, Zagreb.
17. Samuelson, P.A., Nordhaus, W.D. (2000.). *Ekonomija*. 15. izdanje, MATE, Zagreb.
18. Smith, A. (1776.). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. <http://www.econlib.org/library/Smith/smWN.html> (pregledano 12. rujna 2013. godine).
19. Strahinja, D. (2006.). *Ekonomija – gdje je tu čovjek?*. Digital point tiskara d.o.o., Rijeka.
20. Todaro, M.P., Smith, S.C. (2006.). *Ekonomski razvoj*. 9. izdanje, Šahinpašić, Sarajevo.
21. Udovičić, B. (2004.). *Neodrživost održivog razvoja: energetske resursi u globalizaciji i slobodnom tržištu*. Kigen, Zagreb.
22. Višković, A. (2008.). *Svjetlo ili mrak: o energetici bez emocija*. Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, Lider press, Zagreb.
23. Vlahinić-Dizdarević, N., Žiković, S. (2011.). *Ekonomija energetskog sektora – izabrane teme*. Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Solution d.o.o., Rijeka.
24. Wrigley, E.A. (2010.). *Energy and the English Industrial Revolution*. Cambridge University Press, Cambridge.

Članci

25. Abaidoo, R. (2011.). "Economic growth and energy consumption in an emerging economy: augmented Granger causality approach", *Research in Business and Economics Journal*, Volume 4, August 2011, <http://www.aabri.com/manuscripts/11843.pdf> (pregledano 21. kolovoza 2011. godine).
26. Acemoglu, D., Johnson, S., Robinson, J.A. (2001.). "The Colonial Origins of Comparative Development: An Empirical Investigation", *The American Economic Review*, 91 (5): 1369-1401.
27. Acemoglu, D., Johnson, S., Robinson, J.A. (2002.). "Reversal of Fortune: Geography and Institutions in the Making of the Modern Income Distribution", *The Quarterly Journal of Econometrics*, 118: 1231-1294.

28. Acemoglu, D., Johnson, S., Robinson, J.A. (2004.). "Institutions as the Fundamental Cause of Long-Run Growth", *NBER Working Paper* No. 10481, May 2004, http://www.nber.org/papers/w10481.pdf?new_window=1 (pregledano 07. listopada 2013. godine).
29. Alam, M.S. (2005.). The Economy As An Energy System, Department of Economics, Northeastern University, Boston, *Working Paper*, July 2005, <http://www.economics.neu.edu/papers/documents/05-003.pdf> (pregledano 17. rujna 2013. godine).
30. Alam, M.S. (2006.). "Economic Growth With Energy", *MPRA Paper No. 1260*, December 2006, http://mpa.ub.uni-muenchen.de/1260/1/MPRA_paper_1260.pdf (pregledano 17. kolovoza 2011. godine).
31. Alam, M.S., (2008). Bringing energy back into the economy, Department of Economics, Northeastern University, Boston, *Working Paper*, April 2008, http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=950211 (pregledano 17. kolovoza 2011. godine).
32. Alcott, B. (2005.). "Jevons' paradox", *Ecological Economics*, 54 (1): 9-21.
33. André, F.J., Smulders, S. (2004.). "Energy Use, Endogenous Technical Change and Economic Growth", <http://www.feem-web.it/ess/ess04/contents/smulders3.pdf> (pregledano 09. listopada 2013. godine).
34. Ayres, R.U., van den Bergh, J.C.J.M. (2005.). "A theory of economic growth with material/energy resources and dematerialization: Interaction of three growth mechanisms", *Ecological Economics*, 55: 96-118.
35. Budak, J., Sumpor, M. (2009.). "Nova institucionalna ekonomika i institucionalna konvergencija", *Ekonomski pregled*, 60 (3-4): 168-195.
36. Cavalcanti, T., Mohaddes, K., Raissi, M. (2011.). "Commodity Price Volatility and the Sources of Growth", *IMF Working Paper* No. WP/12/12, <http://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2012/wp1212.pdf> (pregledano 05. listopada 2013. godine).
37. Cleveland, C.J., Costanza, R., Hall, C.A.S., Kaufmann, R.K. (1984.). "Energy and the US economy: a biophysical perspective", *Science*, 225: 890-897.
38. Cleveland, C.J. et al. (1996.). "Natural Capital, Human Capital and Sustainable Economic Growth", <http://www.bu.edu/cees/research/workingp/pdfs/9702.pdf> (pregledano 20. srpnja 2009. godine).
39. Cleveland, C.J., Constanza, R. (2008.). "Biophysical economics", u: Cleveland, C.J. (Ed.), *Encyclopedia of Earth*, Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment, Washington D.C.
40. Corden, W.M., Neary, J.P. (1982.). "Booming Sector and De-industrialisation in a Small Open Economy", *The Economic Journal*, 92: 825-848.

41. Cubbin, J., Stern, J. (2006.). "The Impact of Regulatory Governance and Privatisation on Electricity Industry Generation Capacity in Developing Economies", *The World Bank Economic Review*, 20 (1): 115-141.
42. Dopfer, K. (2001.). "Evolutionary economics: framework for analysis", u: Dopfer, K. (Ed.), *Evolutionary economics: program and scope*, Kluwer Academic Publishers, Massachusetts.
43. Easterly, W., Levine, R. (2003.). "Tropics, germs, and crops: how endowments influence economic development", *Journal of Monetary Economic*, 50: 3-39.
44. Ebrahim-zadeh, C. (2003.). "Back to Basics – Dutch Disease: Too much wealth managed unwisely", *Finance and Development*, A quarterly magazine of the IMF, March 2003, Volume 40, Number 1.
45. Foster, J. (2013.). "Energy, Knowledge and Economic Growth", *Papers on Economics and Evolution*, No. 1301, Max Planck Institute of Economics, Evolutionary Economics Group.
46. Foster, J., Metcalfe, J.S. (2012.). "Economic emergence: an evolutionary economic perspective", *Journal of Economic Behavior & Organization*, 82: 420-432.
47. Fouquet, R. (2009.). "A brief history of energy", u: Evans, J., Hunt, L.C. (Eds.), *International Handbook on the Economics of Energy*, Edward Elgar Publishing Ltd, Cheltenham, UK.
48. Georgescu-Roegen, N. (1975.). "Energy and economic myths", *Southern Economic Journal*, 41: 347-381.
49. Hall, C.A.S., Klitgaard, K.A. (2006.). "The Need for a New, Biophysical-Based Paradigm in Economics for the Second Half of the Age of Oil", *International Journal of Transdisciplinary Research*, 1 (1): 4-22.
50. Hodgson, G.M. (1993.). "Institutional Economics: Surveying the «Old» and the «New»", *Macroeconomica*, 44 (1): 1-28.
51. Hübler, M., Baumstark, L. (2011.). "An Integrated Assessment Model with Endogenous Growth", http://www.pik-potsdam.de/members/leimbach/etc_huebler (pregledano 09. listopada 2013. godine).
52. Imran, K., Siddiqui, M.M. (2010.). "Energy Consumption and Economic Growth: A Case Study of Three SAARC Countries", *European Journal of Social Sciences*, 16 (2): 206-213.
53. Madlener, R., Alcott, B. (2006.). "Energy rebound and economic growth: A review of the main issues and research needs", *Proceedings of the 5th International Biennial Workshop "Advances in Energy Studies – Perspectives into Energy Future"*, 12-16 September 2006, Porto Venere, Italy, http://www.eonerc.rwth-aachen.de/global/show_document.asp?id=aaaaaaaaaabsghpx (pregledano 10. listopada 2013. godine).

54. North, D.C. (1994.). "Institutions matter", *Economic History*, EconWPA No. 9411004, <http://128.118.178.162/eps/eh/papers/9411/9411004.pdf> (pregledano 07. listopada 2013. godine).
55. Ockwell, D.G. (2008.). "Energy and economic growth: Grounding our understanding in physical reality", *Energy Policy*, 36: 4600-4604.
56. Paavola, J., Adger, W.N. (2005.). "Institutional ecological economics", *Ecological Economics*, 53: 353-368.
57. Pittel, K., Rübelke, D. (2010.). "Energy Supply and the Sustainability of Endogenous Growth", Basque Centre for Climate Change (BC3), *Working Paper* No. 2010-10, July 2010, http://www.bc3research.org/index.php?option=com_wpapers&task=downpubli&id=21&repec=1&Itemid=279 (pregledano 09. listopada 2013. godine).
58. Rammel, C., Stagl, S., Wilfing, H. (2007.). "Managing complex adaptive systems – A co-evolutionary perspective on natural resource management", *Ecological Economics*, 63: 9-21.
59. Ramos-Martin, J., Ortega-Cerdá, M. (2003.). "Non-linear relationship between energy intensity and economic growth", <http://www.rrojasdatabank.info/thermo/PS35p.pdf> (pregledano 03. listopada 2013. godine).
60. Rodrik, D., Subramanian, A., Trebbi, F. (2004.). "Institutions Rule: The Primacy of Institutions Over Geography and Integration in Economic Development", *Journal of Economic Growth*, 9: 131-165.
61. Sachs, J.D., Warner, A.M. (1997.). "Natural resource abundance and economic growth", Center for International Development and Harvard Institute for International Development, Harvard University.
62. Schwark, F. (2010.). "Economics of Endogenous Technical Change in CGE Models – The Role of Gains from Specialization", Swiss Federal Institute of Technology, Center of Economic Research, *Working Paper* No. 10/130, June 2010, http://www.cer.ethz.ch/research/WP_10_130.pdf (pregledano 09. listopada 2013. godine).
63. Slabe-Erker, R. (2002.). "Porez na ugljik kao mjera smanjenja emisije ugljičnog dioksida", *Financijska teorija i praksa*, 26 (3): 631-655.
64. Smulders, S., de Nooij, M. (2003.). "The impact of energy conservation on technology and economic growth", *Resource and Energy Economics*, 25: 59-79.
65. Stern, D. (2010.). "The Role of Energy in Economic Growth", United States Association for Energy Economics and International Association for Energy Economics, *Working Paper* No. 10-055, November 2010, <http://ssrn.com/abstract=1715855> (pregledano 16. listopada 2013. godine).

66. Stern, D.I., Cleveland, C.J. (2004.). "Energy and Economic Growth, Department of Economics", Rensselaer Polytechnic Institute, *Working Paper No. 0410*, March 2004.
67. Stern, D.I., Common, M.S., Barbier, E.B. (1996.). "Economic growth and environmental degradation: the environmental Kuznets curve and sustainable development", *World Development*, 24: 1151-1160.
68. Tahvonon, O., Salo, S. (2001.). "Economic growth and transitions between renewable and nonrenewable energy resource", *European Economic Review*, 45: 1379-1398.
69. Toman, M.A., Jemelkova, B. (2003.). "Energy and economic development: an assessment of the state of knowledge", *Energy Journal*, 24 (4): 93-112.
70. Vlahinić-Dizdarević, N., Žiković, S. (2010.). "The role of energy in economic growth: the case of Croatia", *Proceedings of Rijeka Faculty of Economics – Journal of Economics and Business*, 28 (1): 35-60.
71. Vlahinić-Dizdarević, N., Jakovac, P. (2011.). "The Impact of Regulatory Quality on Electricity Sector Reforms: The Case of Transition Countries", u: Bodiroga-Vukobrat, N., Sander, G.G., Barić, S. (Eds.), *Regulierungsagenturen im Spannungsfeld von Recht und Ökonomie/Regulatory Agencies in the Tension Between Law and Economics*, Verlag Dr. Kovac, Stuttgart.
72. Williamson, O.E. (2000.). "The New Institutional Economics: Taking Stock, Looking Ahead", *The Journal of Economic Literature*, 38 (3): 595-613.
73. Wrigley, E.A. (2006.). "The transition to an advanced organic economy: half a millennium of English agriculture", *Economic History Review*, 59 (3): 435-480.
74. Yetkiner, I.H., Zon, A. (2007.). "Further Results on "An Endogenous Growth Model with Embodied Energy-Saving Technical Change"", Izmir University of Economics, Department of Economics, *Working Paper in Economics* No. 07/01, <http://eco.ieu.edu.tr/wp-content/wp0701.pdf> (pregledano 09. listopada 2013. godine).
75. Zon, A., Yetkiner, I.H. (2003.). "An endogenous growth model with embodied energy-saving technical change", *Resource and Energy Economics*, 25: 81-103.
76. Zuo, H., Ai, D. (2012.). "Energy Research and Endogenous Growth", *Advanced Materials Research*, 347-353: 2907-2912.

Ostali izvori

77. <http://novisvijet.blogspot.com/2009/06/alternativne-ekonomske-teorije.html> (pregledano 02. veljače 2011. godine).

THE ROLE OF ENERGY FROM THE ASPECT OF ECONOMIC THEORY²⁵

Summary

Throughout the history of economic theory, the role of energy as one of the key factors of economic growth was not given proper and direct importance. Energy remains present and recognized in economic theory and practice exclusively as an intermediate input. Although the classical economics implicitly included energy in economic activity through land as a key production factor, neoclassical economics segregates nature (land) and its sources of energy. Namely, the land is classified as a part of capital as it becomes productive only when one uses labor and capital for processing it. Research interests were/are directed towards the primary inputs such as capital and labor while intermediate inputs (i.e. energy) were given indirect relevance. Energy allows continuity of the overall economic activity in the long run not only as a supplement to standard (neoclassical) production inputs. Instead, without energy production would not be possible. According to the so-called ecological economics, energy is the most important primary factor of production. From these economic standpoints on energy emerges the aim of this paper which deals with the determination of energy's role from the aspect of economic theory. Moreover, special emphasis is placed on the criticism of the neoclassical growth theory from the perspective of various economic schools. The results of the theoretical analysis show that the standard (neoclassical) factors of production and growth are nothing but energy transformers. Therefore, opposing opinions of various economic schools and criticism of neoclassical economic paradigm could not be avoided.

Key words: economic theory, role of energy, criticism of the neoclassical growth theory

²⁵ This article was fully supported by the Croatian Science Foundation under project number IP-2013-11-2203. Additionally, this work is the result of the scientific project "Economic effects of electricity sector reforms on sustainable economic growth", no. 13.02.1.3.05, financed by University of Rijeka.